

**FOAMING OF NONIONIC SURFACTANTS
BELOW AND ABOVE THE CLOUD POINT**

Ms. Ratchadaporn Chaisalee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma
and Case Western Reserve University

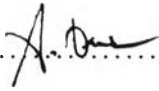
1999

ISBN 974-331-903-4

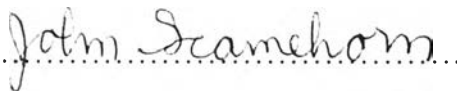
119584999


Thesis Title : Foaming of Nonionic Surfactants Below and Above the
Cloud Point
By : Ms. Ratchadaporn Chaisalee
Program : Petrochemical Technology
Thesis Advisors : Prof. John F. Scamehorn
Dr. Nantaya Yanumet


Accepted by the Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.


.....College Director
(Prof. Somchai Osuwan)

Thesis Committee


.....
(Prof. John F. Scamehorn)


.....
(Dr. Nantaya Yanumet)


.....
(Asst. Prof. Chintana Saiwan)

ABSTRACT

##971017 : PETROCHEMICAL TECHNOLOGY PROGRAM

KEY WORDS : Nonionic surfactant/Foam/Cloud point

Ratchadaporn Chaisalee: Foaming of Nonionic Surfactants Below and Above the Cloud Point. Thesis Advisors : Prof. John F. Scamehorn and Dr. Nantaya Yanumet, 52 pp ISBN 974-331-903-4

Foamability and foam stability of nonionic nonyl phenoxy poly (ethyleneoxy) ethanol surfactants with an average of 8, 9, and 10 moles of ethylene oxide per mole of nonyl phenol were experimentally determined over the temperature below and above the cloud point of the surfactants using the Ross-Miles test method. It was found that foamability of all the three surfactants decreased dramatically above their cloud point. At the cloud point, aqueous solution of nonionic surfactant separates into two phases, a dilute (surfactant-poor) phase, and a coacervate (surfactant-rich) phase. It was shown that the decrease in the foamability of the nonionic surfactants above their cloud point is due to the presence of the coacervate phase which acts as an antifoam. Comparison of the spreading and bridging coefficients of the dilute and coacervate phases shows that the antifoam mechanism of the coacervate phase is due to the bridging mechanism.

บทคัดย่อ

รัชดาภรณ์ ไชยสาลี: การศึกษาการเกิดฟองของสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุในช่วงอุณหภูมิต่ำและเหนืออุณหภูมิขุ่น (Foaming of Nonionic Surfactants Below and Above the Cloud Point) อาจารย์ที่ปรึกษา : ศ. จอห์น เอฟ สแกมฮอร์น และ ดร. นันทยา ยานูเมศ 52 หน้า ISBN 974-331-903-4

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงความสามารถในการเกิดฟองและความเสถียรของฟองของสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ โนนิว ฟริน็อกซีโพลี เอทิลีนอ็อกซี เอทานอล ที่มีค่าเฉลี่ยของเอทิลีนอ็อกไซด์ เท่ากับ 8, 9, 10 โมล ต่อหนึ่งโมลของโนนิวฟรินอล ในช่วงอุณหภูมิต่ำกว่าและสูงกว่าอุณหภูมิขุ่น โดยใช้วิธีรอสไมล์ ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการเกิดฟองของสารลดแรงตึงผิวทั้ง 3 ชนิดจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่ออุณหภูมิอยู่ในช่วงสูงกว่าอุณหภูมิขุ่น ณ ที่อุณหภูมิขุ่นสารละลายลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุจะแยกชั้นออกเป็น 2 ชั้นคือชั้นที่มีความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวต่ำและชั้นที่มีความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวสูง นอกจากนี้ยังพบว่าการลดลงของความสามารถในการเกิดฟองของสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุที่อุณหภูมิขุ่น มีสาเหตุมาจากการเกิดชั้นของสารละลายที่มีความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวสูงซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดฟอง เมื่อเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ของการแผ่ตัวและค่าสัมประสิทธิ์ของการเชื่อมต้อของชั้นที่สารลดแรงตึงผิวต่ำและชั้นที่มีสารลดแรงตึงผิวสูง พบว่ากลไกในการป้องกันไม่ให้เกิดฟองของชั้นสารละลายที่มีความเข้มข้นของสารลดแรงตึงผิวสูงเป็นแบบการเชื่อมต้อ

ACKNOWLEDGMENTS

This work would not have been possible without the assistance of the following individuals and organizations.

First of all, the author is deeply indebted to Professor John F. Scamehorn and Dr. Nantaya Yanumet, her thesis advisors, for providing useful recommendations, creative comments, and encouragement throughout the course of her work.

The author is greatly indebted to Unilever Thai Holding Ltd. for financial support.

The author would like to thank Asst. Prof. Chintana Saiwan for her kind advice and for being on the thesis committee.

The author would like to sincerely thank Rodia (Thailand) Ltd. for chemicals donated for her thesis.

Special thanks to all of the Petroleum and Petrochemical College's staff.

Finally, the author would like to take this opportunity to thank all her friends for their friendly help, cheerfulness, creative suggestions, and encouragement. The author had the most enjoyable time working with them all. The author is also greatly indebted to her parents and her family for their support, love, and understanding.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE	
Title Page	i	
Abstract (in English)	iii	
Abstract (in Thai)	iv	
Acknowledgments	v	
Table of Contents	vi	
List of Tables	ix	
List of Figures	x	
CHAPTER		
I	INTRODUCTION	1
II	BACKGROUND AND LITERATURE SURVEY	4
	2.1 Surfactants	4
	2.2 Foam	5
	2.2.1 Foam Formation	5
	2.2.2 Foam Structure	7
	2.2.3 Foaming Properties	8
	2.3 Cloud Point and Phase Separation in Nonionic Surfactants	11
III	EXPERIMENTAL SECTION	16
	3.1 Materials	16
	3.2 Experimental Equipment	16
	3.2.1 Ross-Miles Method Equipment	16
	3.3 Experimental Methods	18

CHAPTER		PAGE
	3.3.1 Cloud Point Test	18
	3.3.2 Ross-Miles Method	19
	3.3.3 Phase Separation	20
	3.3.4 Surface Tension and Interfacial Tension Determination	20
	3.4 Determination of Surfactant Concentration	21
IV	RESULTS AND DISCUSSION	22
	4.1 Determination of Cloud Point	22
	4.2 Effect of Temperature on Foamability Below and Above the Cloud Point	23
	4.3 Effect of Temperature on Foam Stability Below and Above the Cloud Point	26
	4.4 Effect of Concentration on Foamability Below and Above the Cloud Point	28
	4.5 Effect of Temperature on Foamability of the Dilute Phase	29
	4.6 Effect of Temperature on Foamability of the Coacervate Phase	30
	4.7 Determination of the Antifoam Coefficients	33
V	CONCLUSIONS	34
	REFERENCES	35
	APPENDIX	39

CHAPTER	PAGE
CURRICULUM VITAE	52

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
4.1	Cloud points of surfactants used	22
4.2	Fractional volume and concentration of dilute phase and coacervate phase	29
4.3	Surface tension of dilute phase, coacervate phase, interfacial tension, and the antifoam coefficients at the phase separation temperature of the surfactants used.	33

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 Formation of foam at the surfactant concentration below CMC.	6
2.2 Formation of foam at the surfactant concentration above CMC.	7
2.3 The structure of foam.	8
2.4 The two types of foam: polyderschaum, kugelschaum.	9
2.5 Schematic diagram of phase separation in nonionic surfactant.	12
3.1 The Ross-Miles pipette.	17
3.2 The Ross-Miles receiver.	17
3.3 Schematic of equipment for Ross-Miles foam test.	18
4.1 Effect of temperature on foamability and foam stability below and above the cloud point of 0.02 M NP(EO) ₈ .	24
4.2 Effect of temperature on foamability and foam stability below and above the cloud point of 0.02 M NP(EO) ₉ .	24
4.3 Effect of temperature on foamability and foam stability below and above the cloud point of 0.02 M NP(EO) ₁₀ .	24
4.4 Effect of temperature on surfactant concentration in foam and surface tension of NP(EO) ₈ .	25
4.5 Effect of temperature on surfactant concentration in foam and surface tension of NP(EO) ₉ .	25

FIGURE		PAGE
4.6	Effect of temperature on surfactant concentration in foam and surface tension of NP(EO) ₁₀ .	25
4.7	Effect of temperature on foam stability of NP(EO) ₈ .	27
4.8	Effect of temperature on foam stability of NP(EO) ₉ .	27
4.9	Effect of temperature on foam stability of NP(EO) ₁₀ .	27
4.10	Effect of concentration on foamability at temperature below and above cloud point of NP(EO) ₉ .	28
4.11	Foamability of dilute phase of NP(EO) ₈ at the phase separation temperature of 25 °C, 35 °C, and 45 °C.	31
4.12	Foamability of dilute phase of NP(EO) ₉ at the phase separation temperature of 55 °C and 70 °C.	31
4.13	Foamability of dilute phase of NP(EO) ₁₀ at the phase separation temperature of 70 °C.	31
4.14	Foamability of coacervate phase of NP(EO) ₈ at the phase separation temperature of 25 °C, 35 °C, and 45 °C.	32
4.15	Foamability of coacervate phase of NP(EO) ₉ at the phase separation temperature of 55 °C and 70 °C.	32
4.16	Foamability of coacervate phase of NP(EO) ₁₀ at the phase separation temperature of 70 °C.	32